

**GREICIELY LOPES**

**TREINAMENTO DE FORÇA NA PREVENÇÃO DE LESÕES EM CORREDORES  
DE RUA**



TCC apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA**

**2017**

**GREICIELY LOPES**

**TREINAMENTO DE FORÇA NA PREVENÇÃO DE LESÕES EM CORREDORES  
DE RUA**

TCC apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná.  
Orientador: Prof. Dr. Sergio Gregorio da Silva

**CURITIBA**

**2017**

Dedico este trabalho a todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meus pais, Sergio e Elaine Lopes, que sempre confiaram em mim e apoiaram a minha profissão.

Agradeço a meu companheiro e futuro esposo, Ricardo L. Torres, pela paciência, companhia e dedicação para que este objetivo pudesse ser alcançado.

Agradeço a meus amigos, Adriana Tybucheski, Yuri Dias e Laís Niwa, que sempre estiveram presentes.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial ao Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior, Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki, Prof. Dr. Jonato Prestes, Prof. Dr. Bernardo Neme Ide, Prof. Dr. Dilmar Pinto Guedes e Prof. Dr. Julimar Pereira.

Agradeço ao professor Sergio Gregorio da Silva, pelas orientações durante o curso.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia.

## RESUMO

Este trabalho faz uma revisão crítica e não sistemática de literatura com o objetivo de identificar os resultados da eficácia do treinamento de força na prevenção de lesões relacionadas à corrida. Os estudos anteriores foram pesquisados na base de dados *PubMed*, sem delimitação de data. O trabalho revisou também a taxa de incidência de lesões em corredores, os critérios de classificação de lesões, os fatores de riscos não-modificáveis e modificáveis. Verificou-se que não há consenso na literatura em relação a uma série de fatores de risco, como o volume de treinamento, distância, duração, idade dos indivíduos e biomecânica. No entanto, outros fatores estão bem estabelecidos, como intensidade do treinamento e experiência prévia do corredor. Programas de pré-condicionamento e alongamento não tem apresentado resultados significativos na prevenção de lesões em corredores de rua. Na maioria dos estudos, o treinamento de força tem se mostrado como um fator protetivo de lesões em corredores.

**Palavras-chave:** treinamento de resistência, lesões, corrida.

## ABSTRACT

This paper presents a critical and non-systematic literature review with the objective of identifying the results of strength training effectiveness in preventing running-related injuries. Previous studies were searched in the PubMed database, without date delimitation. The study also reviewed the incidence rate of injuries in runners, the criteria for classification of injuries, non-modifiable and modifiable risk factors. It was verified that there is no consensus in the literature regarding a series of risk factors, such as training volume, distance, duration, individuals age and biomechanics. However, other factors are well established, such as training intensity and runner's previous experience. Pre-conditioning and stretching programs have not presented significant results in preventing injuries in road runners. In most studies, strength training has been shown to be a protective factor for injury in runners.

**Keywords:** resistance training, injuries, running.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
1.1	OBJETIVOS .....	9
2	METODOLOGIA.....	10
3	EPIDEMIOLOGIA DAS LESÕES EM CORREDORES DE RUA .....	11
3.1	PRINCIPAIS TIPOS DE LESÕES .....	12
4	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE LESÕES.....	13
5	FATORES DE RISCO DE LESÃO.....	15
5.1	FATORES DE RISCO NÃO-MODIFICÁVEIS.....	16
5.1.1	Lesões prévias .....	16
5.1.2	Experiência com corridas .....	16
5.1.3	Idade.....	17
5.1.4	Biomecânica .....	17
5.2	FATORES DE RISCO MODIFICÁVEIS .....	19
5.2.1	Intensidade.....	19
5.2.2	Volume .....	20
5.2.3	Duração .....	21
5.2.4	Frequência.....	22
5.2.5	Índice de Massa Corporal.....	23
5.2.6	Tênis de corrida .....	23
5.2.7	Terreno de corrida.....	25
5.2.8	Fatores hormonais .....	25
5.2.9	Outros fatores .....	25
6	PREVENÇÃO DE LESÕES EM CORREDORES .....	25
6.1	PROGRAMAS DE PRÉ-CONDICIONAMENTO DE CORRIDA.....	26
6.3	EXERCÍCIOS DE ALONGAMENTO .....	27
6.4	TREINAMENTO DE FORÇA .....	28
7	CONCLUSÃO .....	31
	REFERÊNCIAS.....	32

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez de estudos prospectivos randomizados e estudos de intervenção com treinamento de força e corrida de rua levanta uma série de questões sobre os fatores que contribuem para a incidência de lesões e acerca dos programas de treinamentos preventivos. Embora a corrida de rua contribua positivamente com a saúde e seja um esporte de fácil adesão, o risco de lesões relacionadas à corrida (LRC) é consideravelmente alto (Hespanhol Junior *et al.*, 2013).

Em condições saudáveis, o sistema musculoesquelético pode se adaptar à sobrecarga mecânica e a atividade física. Esses mecanismos de mecanotransdução convertem forças mecânicas em eventos bioquímicos no tecido muscular de maneira dependente da sobrecarga. Quando um nível ótimo de carga é aplicado ao sistema musculoesquelético, a força irá aumentar com um adequado período de recuperação, porém, quando a sobrecarga é muito alta ou o tempo de recuperação é muito curto, o sistema musculoesquelético irá enfraquecer e a probabilidade de sofrer uma lesão irá aumentar (Kjaer, 2004; 2009).

A restrição do treinamento induzida pela lesão pode afetar negativamente a habilidade de gerar força, e conseqüentemente diminuição do condicionamento físico (Marques *et al.*, 2011). As lesões são uma das principais razões para o afastamento do programa de treinamento em corredores novatos (Chorley *et al.*, 2002). O tratamento de lesões esportivas é difícil, demorado e alto custo, tanto para a sociedade quanto para o indivíduo (De Loës, 1990; Nielsen *et al.*, 2014). Estudo recente mostrou que dentre os 254 corredores lesionados, 220 (87%) se recuperaram completamente da lesão com média de 71 dias (mínimo 9, máximo 671 dias). Quase 5% dos corredores lesionados precisaram de tratamento cirúrgico (Nielsen *et al.*, 2014).

Além da redução do treinamento decorrente da LRC, alguns corredores perdem a motivação, uma vez expostos à lesão, possivelmente levando a um grande período de inatividade física. Muitos dos indivíduos que param de correr permanentemente por causa de suas lesões relatam sintomas nas atividades da vida diária. Um estudo mostrou que após o período de recuperação das lesões, 10% dos corredores ficaram desmotivados em começar a correr novamente (Nielsen *et al.*, 2014). Outro estudo de

coorte acompanhou corredores por 10 anos e mostrou que as lesões foram o principal motivo do abandono permanente das corridas pelos homens e o terceiro maior motivo entre as mulheres (Koplan *et al.*, 1995).

Estudos têm mostrado que a prática do treinamento de força concomitante com o treinamento de corrida ajuda a melhorar a performance, a estabilidade articular, além de ser um dos principais métodos de prevenção de LRC (Paterno *et al.*, 2004; Myer *et al.*, 2006). A prevenção de LRC é importante para permitir que estes indivíduos permaneçam ativos e evitem comorbidades associadas com a inatividade física, como doenças cardiovasculares e obesidade (Baltich *et al.*, 2016).

Por estes fatores citados há a necessidade de estudos sobre a prevenção de lesões relacionadas à corrida com a realização do treinamento de força para permitir que os indivíduos se mantenham num estilo de vida saudável.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é revisar a literatura sobre os estudos que relacionam o treinamento de força e a prevenção de lesões em corredores de rua.

Como objetivos específicos da pesquisa, elencam-se os seguintes:

- 1) Revisar a incidência de lesões nos diferentes tipos de estudos e identificar os principais fatores de risco associados.
- 2) Revisar os critérios de classificação de lesão nos esportes e em corrida, especificamente.
- 3) Revisar os resultados obtidos em relação a programas de treinamento de força e seus efeitos sobre a incidência de lesões em corredores de rua.

## 2 METODOLOGIA

Esta pesquisa realizou uma revisão de literatura crítica sobre os temas conjuntos de lesões e corridas de rua (Thomas *et al.*, 2007). As publicações científicas sobre o tema foram pesquisadas na base de dados *PubMed*, usando como termos de busca as palavras em inglês “*injury*”, “*injuries*”, “*running*” e “*resistance training*”. Nenhum recorte de data de publicação foi estabelecido.

Além da introdução e metodologia, o trabalho é composto por mais cinco capítulos. O capítulo 3 apresenta uma revisão da epidemiologia de lesões em corredores de rua. Já o capítulo 4 faz uma revisão dos critérios de definição de lesões adotadas na literatura. O capítulo 5 discute os fatores de riscos modificáveis e não-modificáveis associados a lesões em corredores. O capítulo 6 apresenta e discute os programas de treinamento e prevenção de lesão nesse esporte. Por fim, o sétimo e último capítulo traz as considerações finais do trabalho.

### 3 EPIDEMIOLOGIA DAS LESÕES EM CORREDORES DE RUA

Evidências científicas dos benefícios dos exercícios aeróbicos continuam a crescer com os anos (Marti, 1991). Uma recente metanálise demonstrou que corrida regular é associada com redução da massa corporal, frequência cardíaca de repouso e triglicerídeos e com elevado consumo de oxigênio e níveis mais altos de HDL (Hespanhol Junior *et al.*, 2015). Com todos esses benefícios, número de adeptos da corrida de rua é crescente, uma vez que o esporte é relativamente barato, de fácil acesso e tem um componente de interação social. Essas facilidades ajudam na promoção de um estilo de vida fisicamente ativo da população (Ooms *et al.*, 2013).

Apesar desses enormes benefícios, um possível risco com a prática desse esporte é a incidência de lesões relacionadas à corrida (LRC), especialmente nos membros inferiores, com taxas de incidência que variam de 19,4 a 94,4% (Satterthwaite *et al.*, 1999; Van Gent *et al.*, 2007; Kluitenberg *et al.*, 2015). Convém ressaltar que os estudos divergem quanto à taxa de incidência de lesões em corredores de rua. Uma revisão sistemática mostrou que a incidência variou de 19.4% a 79.3% (Van Gent *et al.*, 2007); 29,5% (Taunton *et al.*, 2003); 48% (Walter *et al.*, 1989); 51% no total, sendo 52% dos homens e 49% das mulheres, em 12 meses de *follow-up* em corredores recreacionais que não estavam envolvidos em treinamento para participar de competições de corridas (Macera *et al.*, 1989); 60.1% (Satterthwaite *et al.*, 1999), 65% (Lysholm e Wiklander, 1987) 79% em 6 meses de follow-up (Lun *et al.*, 2004); 85% (Bovens *et al.*, 1989). Em corredores *cross-country* essa taxa pode ser ainda mais elevada, atingindo 94,4% (Kluitenberg *et al.*, 2015). A incidência de lesões em corredores de longa distância foi 21,6%, enquanto em corredores de curta distância foi 15,8%, sugerindo que corredores de longa distância são mais suscetíveis a lesão que corredores de distâncias mais curtas (Van Poppel *et al.*, 2014).

Outra forma apropriada de descrever a incidência de LCR é calcular o número de LCR por 1000 horas de corrida na população de risco. A incidência varia de 2,5 (maratonistas), 5,8 (velocistas) (Lysholm e Wiklander, 1987), 10 (Hespanhol Junior *et al.*, 2013), 33 (Buist *et al.*, 2008) a 59 (Lun *et al.*, 2004) por 1000h de corrida. O estudo “*Vancouver Sun Run*” mostrou uma incidência de 29,5 por 100 corredores de risco no grupo de corredores novatos no período de 13 semanas de estudo. Outro estudo que

envolveu corredores novatos mostrou incidência de 58 LRC por 100 corredores de risco (Bovens *et al.*, 1989).

Dados de recente revisão sistemática com metanálise mostram uma estimativa e apresentam que o corredores novatos têm mais alta incidência de lesões (17,8 lesões/1000h) que corredores recreacionais (7,7 lesões/1000h) (Videbæk *et al.*, 2015).

A ampla diferença na incidência de LRC pode ser devido a 1) diferença na definição de lesão, 2) tempo do estudo (*follow-up*), 3) diferenças na população de risco e 4) diferenças no método utilizado para avaliar as LRC, bem como 5) a exposição a corrida (Buist *et al.*, 2008).

As altas taxas de incidência de LCR provavelmente diminuem a aderência à prática esportiva levando a uma influência negativa no estilo de vida ativo e aumentando os custos de cuidados com a saúde (Hespanhol Junior *et al.*, 2013).

### 3.1 PRINCIPAIS TIPOS DE LESÕES

O local predominante das LRC mostrado na literatura foram os joelhos (Macera *et al.*, 1989; Van Mechelen *et al.*, 1993; Taunton *et al.*, 2003; Van Gent *et al.*, 2007; Bredeweg *et al.*, 2012; Theisen *et al.*, 2014), chegando a 41,7% (Clement *et al.*, 1981) e 46% das lesões reportadas (Baltich *et al.*, 2016).

As lesões variam de acordo com o tipo de treinamento e a distância semanal percorrida. Em estudo recente, dentre todas as lesões observadas, os joelhos foram os mais citados (20,9%), seguido da panturrilha (16,3%) e tendão de Aquiles (12,2%). Em corredores de curta distância (5 e 10km), as lesões nos joelhos foram mais incidentes (18,5%), seguido da panturrilha (16,3%) e do tendão de Aquiles (12,2%), enquanto em corredores de longa distância (15 a 21km), os joelhos (19,7%), quadris (15,2%) e coxas (13,6%) foram os locais mais lesionados (Van Poppel *et al.*, 2014).

Estudo anterior com corredores experiente mostrou que síndrome de dor patelofemural foi o diagnóstico mais comum (25,8%) (Clement *et al.*, 1981). Em outros estudos, a síndrome do estresse tibial medial foi o diagnóstico mais comum em corredores recreacionais (Taunton *et al.*, 2003) e corredores novatos (15%), seguido de dor patelofemural (10%), lesão do menisco medial (9%), tendinopatia do tendão de Aquiles (7%) e fascite plantar (5%) (Nielsen *et al.*, 2014).

Entre as mulheres, os pés foram o local mais comum de lesões, seguido por pernas e coxas (Lun *et al.*, 2004). Este resultado contrasta com aqueles obtidos com corredores homens onde o joelho foi o local mais comum de lesão (Walter *et al.*, 1989).

#### **4 CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE LESÕES**

Um dos principais problemas dos estudos de lesões nos esportes diz respeito aos critérios adotados para definir o que é considerado uma lesão. Tradicionalmente, a contagem de lesão é baseada no tempo de afastamento do atleta do esporte, isto é, conta-se os eventos em que o atleta teve de se ausentar dos treinos ou das competições para tratamento e recuperação. Ainda assim, o tempo de afastamento utilizado para considerar uma lesão é variado nos estudos prospectivos ou retrospectivos de prevalência ou de incidência de lesões relacionadas à prática do esporte, variando de uma sessão de treino perdida a sete dias corridos de afastamento (Clarsen *et al.*, 2013; Hespanhol Junior *et al.*, 2015b; Yamato *et al.*, 2015). Além disso, é comum que atletas continuem a treinar mesmo com dor ou função biomecânica reduzida, o que exclui dos estudos as ocorrências de lesões menores que não interrompem a prática esportiva (Bahr, 2009).

Estudos que adotam a definição de tempo de afastamento do esporte acabam limitando o registro das ocorrências de lesão a um espectro restrito de eventos. No entanto, é possível encontrar estudos que adotam outros critérios de corte para definir uma lesão. Uma delas é a através da identificação da necessidade de atenção médica ao atleta, seja por consulta formal a um médico ou profissional da saúde, seja pela medicação recomendada pelo médico ou auto administrada pelo atleta. Outra forma de registrar lesões é mediante queixas de dores resultantes da prática do esporte por parte do atleta (Bahr, 2009; Clarsen *et al.*, 2013; Hespanhol Junior *et al.*, 2015b).

Outros aspectos também são importantes de serem considerados a respeito das diferenças dos tipos de lesões e de sua gravidade. Um primeiro aspecto diz respeito à causa da lesão (ou ao mecanismo que lhe deu origem), isto é, se ela é originada por um evento único, específico e identificável ou se é resultante de movimento ou esforço repetitivo de longo prazo, cuja causa ou origem não pode ser atribuída a um evento específico, como no caso anterior. Define-se o primeiro tipo de lesão como lesão aguda e o segundo de lesão por excesso de uso (Clarsen *et al.*, 2013; Hespanhol Junior *et al.*, 2015a). Apesar desta definição ser clara e precisa em

termos conceituais, nos estudos epidemiológicos é muito difícil distinguir uma da outra. Dentre as razões desta dificuldade, pode-se destacar as seguintes: ausência ou fragilidade dos registros de queixas de dor e a própria definição do que é ou não lesão pode ocultar a incidência.

O tempo de afastamento também é comumente utilizado na literatura como medida da gravidade da lesão, no sentido de quanto maior o tempo de afastamento do esporte, maior é a gravidade da lesão. Esse tipo de recorte, no entanto, é limitada e deixa de considerar aspectos importantes, como a natureza do trauma, duração, atenção médica, afastamento do trabalho, danos permanentes e os custos socioeconômicos da lesão (Hespanhol Junior *et al.*, 2015a).

Alguns autores sugerem que a gravidade da lesão seja medida pela mudança nas funções do atleta ou nas limitações de desempenho no esporte (Bahr, 2009; Clarsen *et al.*, 2013).

Com o objetivo de superar as limitações dos estudos que adotam apenas o critério de tempo de afastamento para contagem de lesões associadas ao esporte, Clarsen *et al.* (2013) elaboraram e validaram, através de um estudo prospectivo, um método para registro de lesões por excesso de uso. O método consiste em um acompanhamento dos atletas semanalmente, em que as informações a respeito de dores musculoesqueléticas, localização anatômica e gravidade são autorrelatadas por meio de um formulário eletrônico.

Além do estudo de novas lesões, interessa também, para fins de prevenção e tratamento, a reincidência de lesões de mesma natureza. Os termos lesões repetidas, lesões recorrentes e lesões múltiplas têm sido usado indistintamente. No entanto, alguns estudos têm se dedicado a definir de maneira mais rigorosa e padronizada esses termos. O trabalho de Finch e Cook (2014) define as lesões recorrentes ou repetidas como as mesmas lesões já sofridas por um indivíduo anteriormente. Já as lesões múltiplas referem-se a lesões distintas e não relacionadas, que podem ocorrer simultaneamente ou em um período curto de tempo. Os autores utilizam o termo “lesões subsequentes” para englobar ambos os conceitos, mas com o objetivo de indicar a ocorrência de lesões que ocorrem posteriormente a lesões já acometidas. O propósito é de estudar a probabilidade de incidência de lesões em função de lesões já ocorridas no passado. Isso poderia estar associado à má recuperação do trauma

ou enfraquecimento dos tecidos. Além das situações supracitadas, existe ainda a possibilidade de agravamento da lesão antes da recuperação do tecido, acidentalmente ou por tratamento incompleto e volta antecipada aos treinos e competições esportivas.

Já Hamilton *et al.* (2011) por exemplo, definiram uma nova lesão aquela que ocorre em uma região anatômica diferente de uma lesão anterior; uma lesão local sendo aquela que ocorre na mesma região anatômica mas de natureza distinta da anterior; e lesão recorrente como aquela que ocorre no mesmo local e de mesma natureza de lesão anterior. Da mesma forma, tal classificação foi utilizada pelos pesquisadores com o intuito de medir a incidência de lesões que poderia ser atribuída ao excesso de uso em vez de uma lesão aguda com origem bem definida.

Assim, a importância de uma classificação adequada de lesões evita subestimar ou superestimar a incidência de lesões no esporte.

## **5 FATORES DE RISCO DE LESÃO**

Conceitos centrais de lesões esportivas como fatores de risco extrínsecos (exposição, ambiente, equipamento) e fatores intrínsecos (incluindo características físicas, aptidão física, habilidade, idade, gênero, fatores psicológicos) e o modelo da “sequência de prevenção” foram resumidos por Van Mechelen *et al.* (1992): 1) falta de experiência em corrida, 2) lesão prévia, 3) corrida competitiva, 4) distância de corrida semanal excessiva.

Macera *et al.* (1989) identificaram os seguintes fatores de risco: 1) lesões prévias, 2) corridas maiores que 64km por semana, 3) menos de 3 anos de experiência com corrida. Recentemente, Hulme *et al.* (2016) classificou os fatores de risco em não-modificáveis (lesões prévias, experiência com corrida, idade, biomecânica, gênero, e outros fatores não-modificáveis) e modificáveis (distância, duração, frequência, ritmo e intervalo, peso corporal, IMC, dieta e fatores hormonais, calçados, terreno e superfície, alongamento, aquecimento e relaxamento, fatores psicológicos e outros fatores modificáveis). Baseado nesses critérios de classificação de fatores de riscos, são apresentados e discutidos alguns resultados de estudos anteriores a seguir.

## 5.1 FATORES DE RISCO NÃO-MODIFICÁVEIS

A seguir, são apresentados os resultados de vários estudos em relação aos principais fatores de risco não-modificáveis.

### 5.1.1 Lesões prévias

Lesão prévia é um dos maiores fatores de risco para LRC (Marti *et al.*, 1988; Macera *et al.*, 1989; Hootman *et al.*, 2002; Van Gent *et al.*, 2007; Buist *et al.*, 2010; Hespanhol Junior *et al.*, 2013; Theisen *et al.*, 2014). Corredores que relataram estar lesionados no ano anterior ao estudo tiveram aproximadamente 50% de aumento no risco de nova lesão durante o *follow-up* (Walter *et al.*, 1989). E que a chance de reincidência de lesão pode chegar a 3x comparado com homens que não haviam se lesionado (Macera *et al.*, 1989). Em pesquisa mais atual, metade dos participantes que reportaram lesão tiveram uma lesão anterior (Taunton *et al.*, 2003).

Algumas possíveis explicações para estes resultados é que a nova lesão pode ser um agravamento de uma lesão antiga que não foi completamente recuperada (Marti *et al.*, 1988; Taunton *et al.*, 2003), características biomecânicas e estruturais desfavoráveis (Marti *et al.*, 1988), ou o fato de corredores lesionados tentarem adotar um diferente padrão biomecânico para proteger a região lesionada e isso pode predispor a uma nova lesão.

Treinadores e fisioterapeutas devem estar atentos e alertar os corredores que LCR prévias são associadas com elevado risco de LCR, ainda que outros fatores possam interferir na incidência de LCR (Hespanhol Junior *et al.*, 2013).

### 5.1.2 Experiência com corridas

Como incidência de lesão em corredores novatos é alta (89%) (Kluitenberg *et al.*, 2015) e maior incidência de lesões é observada em corredores novatos (experiência com corridas menor que 12 meses ou sem uma base regular de corrida) comparada com corredores recreacionais (experiência de corrida maior que 12 meses ou corrida de forma regular) (Videbæk *et al.*, 2015), a exposição a corrida ou o volume podem ter efeitos protetivos no desenvolvimento da lesão. Vários estudos têm encontrado maior risco de LRC em corredores sem experiência (Macera *et al.*, 1989; Rolf, 1995; Van Mechelen, 1995; Videbæk *et al.*, 2015).

Corredores novatos são frequentemente inativos antes do início da prática da corrida, sendo que quase metade da população estudada é inicialmente sedentária e com pouco condicionamento físico (Bovens *et al.*, 1989; Buist *et al.*, 2008).

No comparativo entre praticantes regulares e esporádicos, verificou-se que a atividade de corrida regular prévia foi relacionada a um menor risco de lesão (Theisen *et al.*, 2014). Comparado com corredores competitivos, os corredores recreacionais ou não-competitivos têm um menor risco de lesão (Walter *et al.*, 1989), o que pode estar associado à intensidade do treinamento, ao tempo de exposição ao esporte, ou até mesmo à fatores psicológicos do motivo competitivo de correr. A experiência de corrida e o motivo de treinamento não competitivo podem ser fatores protetivos contra LRC, porém outros fatores têm papel mais decisivo que a motivação para competição (Marti *et al.*, 1988).

### **5.1.3 Idade**

A idade avançada pode ser um fator protetivo contra as lesões em virtude do processo adaptativo a longo prazo do sistema musculoesquelético (Marti *et al.*, 1988) e da experiência do corredor em “obedecer a linguagem do corpo” e subseqüentes adaptações (redução do treinamento, e evitar hábitos que possam comprometer o treinamento) (Van Mechelen, 1995).

Entretanto, os resultados obtidos em relação ao fator idade e a incidência de LRC são conflitantes. Alguns estudos mostram que mulheres acima de 50 anos de idade têm um risco aumentado, enquanto as mulheres com menos que 31 anos de idade têm menor risco (Taunton *et al.*, 2003). Por outro lado, outros estudos verificaram que a idade avançada em homens e mulheres foi associada com baixo risco (Marti *et al.*, 1988; Hootman *et al.*, 2002).

### **5.1.4 Biomecânica**

Fatores biomecânicos têm sido apontados como preditivos de lesões musculoesqueléticas entre população fisicamente ativa. Mensurações de alinhamento estático: alinhamento dos quadris, diferença no comprimento das pernas (>1cm), anteversão do colo do fêmur, joelho varo, valgo ou hiperextendido, ângulo Q excessivo, alinhamento e posição da patela, torção tibial, elevado ângulo de dorsiflexão, condição do arco plantar e pronação excessiva são os fatores que tem

sido proposto como risco para LRC (Clement *et al.*, 1981). Porém, mensurações estáticas do alinhamento biomecânico dos membros inferiores não foi relacionada com lesões em corredores recreacionais (Walter *et al.*, 1989; Lun *et al.*, 2004; Van Gent *et al.*, 2007).

Biomecânica inadequada com a lateralização/ medialização da patela e desequilíbrios musculares são fatores que podem estar associados à síndrome de dor patelofemoral (SDPF), uma das causas mais comuns de dor nos joelhos (Hott *et al.*, 2015). Dor patelofemoral é associada com mal alinhamento e fraqueza de quadríceps, o que é comumente visto em mulheres (Csintalan *et al.*, 2002). Em estudo de Ireland *et al.* (2003) mulheres com dor patelofemoral demonstraram 26% menor força de abdução de quadril e 36% menor força de rotação externa do quadril.

As mulheres, quando comparadas com os homens, apresentam maior tamanho do quadril, o que leva a maior adução e rotação interna do quadril, e o aumento dessa angulação do fêmur leva a maior joelho valgo e aumento do ângulo do músculo quadríceps (ângulo Q) (Malinzak *et al.*, 2001). O ângulo Q é formado pelo cruzamento de duas linhas imaginárias, a primeira formada da espinha íliaca anterossuperior até o ponto médio patelar, e a segunda, da tuberosidade anterior da tíbia até o ponto médio patelar, sendo seu valor normal, em média, de 13° nos homens e 18° nas mulheres. Um ângulo Q elevado tem sido associado a um deslocamento lateral da patela com aumento nas forças de contato patelar lateral (Mizuno *et al.*, 2001). A habilidade das mulheres controlarem esses movimentos depende dos grupos musculares do quadril. Na ausência de força suficiente, o fêmur pode aduzir ou rodar internamente além de aumentar a pressão de contato patelar lateral (Mizuno *et al.*, 2001).

Além de maior ângulo de joelho valgo, as mulheres tendem a ter menor ângulo de flexão de joelho, maior ativação de quadríceps e menor ativação de isquiotibiais em comparação aos homens na fase de apoio da corrida. Esses padrões alterados de movimento podem aumentar a sobrecarga de ligamento cruzado anterior, o que pode contribuir para o aumento da incidência de lesões entre as mulheres (Malinzak *et al.*, 2001). A realização de atividades repetitivas com esse mal alinhamento pode levar a um dano na cartilagem que é associado com a síndrome de dor patelofemoral (Fulkerson, 2002; Ireland *et al.*, 2003). Corroborando com as informações acima citadas, as mulheres corredoras apresentaram uma probabilidade de até duas vezes

maior que a dos homens de ter uma LRC (Taunton *et al.*, 2002; Ferber *et al.*, 2003; Taunton *et al.*, 2003; Phinyomark *et al.*, 2014).

Entre as mulheres, os fatores biomecânicos podem interagir com maior peso corporal relativo no aumento do risco de lesões em membros inferiores. Contudo, estudos não encontraram diferença no alinhamento biomecânico entre homens e mulheres e a incidência de lesões (Hootman *et al.*, 2002).

Estes resultados sugerem que se deve levar em conta as diferenças biomecânicas entre os indivíduos e entre os gêneros ao estudar e prescrever exercícios para estes grupos.

## 5.2 FATORES DE RISCO MODIFICÁVEIS

A maioria das LRC são causadas por sobrecarga excessiva nos membros inferiores, devido a erros de treinamento, como o aumento da distância percorrida semanalmente e o aumento da intensidade do treinamento (Macera *et al.*, 1989; Van Mechelen *et al.*, 1992; Van Gent *et al.*, 2007; Nielsen *et al.*, 2012). Outros fatores de risco como a duração, frequência, IMC, calçados, terreno e superfície, fatores hormonais, alongamento e fatores psicológicos têm sido estudados. A manipulação de um ou mais desses fatores de risco podem contribuir para a diminuição da incidência de lesões.

A seguir, são apresentados os resultados de uma série de estudos em relação aos principais fatores de risco de LRC modificáveis.

### 5.2.1 Intensidade

A alta intensidade de treinamento na semana anterior foi associada com alto risco de LRC e menor volume foi associado com maior risco de LRC (Kluitenberg *et al.*, 2016). O aumento da intensidade percebida subjetivamente (escala de Borg) foi um dos fatores de risco identificado no modelo proposto por Theisen *et al.* (2014). As mudanças no padrão de movimento dos membros inferiores e o aumento da carga transmitida através das extremidades inferiores podem contribuir para o risco entre os corredores mais rápidos.

O aumento da intensidade da corrida pode estar relacionado com o aumento da velocidade. A velocidade de corrida tem sido associada a um alto índice de LCR

(Hespanhol Junior *et al.*, 2013), a sobrecarga musculoesquelética com o aumento da intensidade de treinamento é uma possível causa. O ritmo mais rápido que 8min/milha (4:58 min/km) foi associado com incidência de lesões (Jacobs e Berson, 1986). Ao contrário, corridas abaixo de 15min/milha (9:19min/km) foi um fator protetivo num período de 5 anos de estudo (Hootman *et al.*, 2002).

O treinamento intervalado realizado com menor intensidade foi associado com menor risco de LCR, sendo que a maioria dos corredores que realizavam treinamento intervalado fazendo a transição de normal ou alta intensidade para baixa ou muito baixa intensidade (ex.: caminhada), tiveram uma menor intensidade de treinamento na sessão, resultando em menor chance de lesão (Hespanhol Junior *et al.*, 2013).

Os profissionais devem estar atentos e alertar os corredores que a velocidade de treinamento é associada com elevado risco de LCR, enquanto treinamento intervalado com menor intensidade é associado com menor risco, embora esses fatores possam não ser causais (Hespanhol Junior *et al.*, 2013).

### **5.2.2 Volume**

Diversos estudos encontraram uma relação significativa entre o aumento e/ou diminuição da distância com a incidência de lesões.

Um dos maiores preditivos de risco de lesões é a distância semanal percorrida (Van Mechelen *et al.*, 1992; Van Gent *et al.*, 2007). Corredores competitivos parecem estar no grupo de alto risco, mas a razão provável é pela elevada distância semanal percorrida (Walter *et al.*, 1989).

O mais forte preditivo de lesão no estudo de Macera *et al.* (1989) foi o relato inicial de corrida de 64km ou mais por semana (40 milhas). Neste estudo, os autores sugerem que se os corredores que correm mais do que 64km/semana diminuíssem o volume para 48-64km/semana, eles diminuiriam o risco de lesões em 15%. Essa distância como potencialmente lesiva (acima de 64km/semana) também foi observada por Walter *et al.* (1989), que encontrou risco relativo 2,88 vezes maior em corredores que percorriam distâncias acima dessa marca semanal. Macera (1992) sugeriu uma redução na distância de corrida para menos de 32km/semana (20 milhas), especialmente para corredores que já tiveram alguma LRC. Essa mesma distância

semanal foi encontrada como um fator que aumenta o risco de LRC em 71% para os homens e 113% para mulheres (Hootman *et al.*, 2002).

Marti (1991) mencionou aumento de aproximadamente duas vezes no risco de LRC quando houve mudança de baixa (menos de 15km/semana) para alta (mais que 50km/semana) distância semanal percorrida.

Entretanto, o aumento súbito de 30% na distância semanal de corrida resultou numa maior incidência de LRC comparado com o grupo que teve um aumento gradual de 10%, porém o resultado não foi significativo (Nielsen *et al.*, 2014). Theisen *et al.* (2014) não encontraram associação significativa entre o aumento de 1km por semana e LRC em suas análises. Similarmente Kelsey *et al.* (2007) analisaram o efeito da distância absoluta no desenvolvimento de fratura por estresse em mulheres corredoras e encontraram pouca evidência que um aumento de 10km por semana afeta o risco. A investigação prospectiva de Malisoux *et al.* (2015) mostrou fraca evidência de que aumento de 1km na distância por sessão diminui significativamente o risco.

Contrariamente, em outros estudos, a diminuição de 10km por semana aumentou o risco de dor nos joelhos (Satterthwaite *et al.*, 1999) e a distância semanal menor do 30km (referência 30-60km) dobrou o risco para lesões gerais (Rasmussen *et al.*, 2013).

Apesar de alguns estudos de coorte prospectivos e transversais suportarem que elevadas distâncias aumenta o risco de LRC, um número significativo de investigações não encontrou a mesma relação significativa, ou que a redução da distância pode operar como um fator protetivo (Satterthwaite *et al.*, 1999; Kelsey *et al.*, 2007; Buist *et al.*, 2008; Van Middelkoop *et al.*, 2008; Hirschmüller *et al.*, 2012; Hespanhol Junior *et al.*, 2013; Nielsen *et al.*, 2014; Theisen *et al.*, 2014). Assim, de acordo com esses resultados, não há evidências conclusivas para afirmar se altas ou baixas distâncias de treinamento afetam o risco de LCR.

### **5.2.3 Duração**

Alguns estudos investigaram a duração do treinamento, que foi expresso com aumento de 1 a 10 minutos por sessão ou 1 hora por semana, horas por semana ou a comparação de minutos por sessão. Alguns estudos encontraram relação

significativa entre o tempo de duração do treino e o risco relativo de LRC (Hootman *et al.*, 2002; Taunton *et al.*, 2003; Chang *et al.*, 2012; Hespanhol Junior *et al.*, 2013).

Hespanhol Junior *et al.* (2013) encontraram que o aumento da duração da corrida em 10 minutos por sessão elevou o risco de LRC. O estudo transversal de Chang *et al.* (2012) mostrou que sessões com mais de 60 minutos têm relação significativa com maior risco de LRC, em comparação com sessões de 30 a 60 minutos, sendo que aquela faixa de referência apresenta maior risco em comparação com sessões com menos de 30 minutos. Curiosamente, quando analisada a incidência específica de lesões no quadril, as sessões com mais de 60 minutos estiveram associadas com menor risco, quando comparadas com as sessões com menos de 30 minutos, neste mesmo estudo (Chang *et al.*, 2012).

Em outro estudo, uma moderada síndrome de dor patelofemural foi encontrada em mulheres que corriam um menor tempo cumulativo semanal (Taunton *et al.*, 2003).

Estudo de coorte prospectivo e retrospectivo encontrou fraca evidência que um aumento na duração de corrida de 10 minutos por sessão aumentou significativamente o risco (Hootman *et al.*, 2002; Hespanhol Junior *et al.*, 2013). Vários estudos não encontraram relação estatística significativa entre LRC e duração de treino (Taunton *et al.*, 2003; Hirschmüller *et al.*, 2012; Theisen *et al.*, 2014; Malisoux *et al.*, 2015).

Sendo assim, essa variável permanece aberta a especulações.

#### **5.2.4 Frequência**

A frequência de corrida (dias de corrida por semana) tem sido apontada como um importante fator de risco de lesão. Estudos encontraram alta incidência de lesões nas coxas com frequência de corrida (Walter *et al.*, 1989; Satterthwaite *et al.*, 1999), sendo que Walter *et al.* (1989) mostram que a adição de uma sessão semanal aumentou o risco para LRC em homens, e entre as mulheres, somente a categoria “7 dias por semana” teve aumento do risco significativo.

Contudo, um estudo de coorte prospectivo houve uma tendência positiva da variável para os indivíduos (ambos os gêneros) que tinham baixa frequência de corrida (somente uma vez por semana) no aumento do risco geral de lesões, mas somente entre as mulheres isto foi significativo (Taunton *et al.*, 2003).

Outro estudo, que analisou a mesma distância semanal, realizada em 2, 3 ou 4 sessões semanais, não mostrou diferença significativa na incidência de LRC (Marti *et al.*, 1988). Vários outros artigos de alta qualidade prospectivos também não encontraram relação significativa para esta variável (Macera, 1989; Hespanhol Junior *et al.*, 2013, Malisoux *et al.*, 2013, Hootman *et al.*, 2002; Theisen *et al.*, 2013), consequentemente não conseguimos definir se a frequência de corrida é uma importante variável na causa de lesões esportivas.

A frequência de corrida pode não ter um papel tão importante como o da distância semanal, pois talvez o problema não seja quantas vezes por semana o indivíduo treina e sim qual o volume total percorrido na semana.

### **5.2.5 Índice de Massa Corporal**

Em alguns estudos, um elevado índice de massa corporal (IMC) tem sido relacionado ao aumento de risco de LRC em homens e mulheres (Buist *et al.*, 2010; Theisen *et al.*, 2014), enquanto em outros, o risco de LRC associado ao IMC foi significativo somente em mulheres (Hootman *et al.*, 2002) ou apenas apresentam uma tendência de elevação de risco de lesão com o sobrepeso mas sem resultados estatisticamente significativos (Marti *et al.*, 1988).

Em sentido oposto, em outro estudo, um IMC  $> 26 \text{ kg/m}^2$  foi reportado como protetivo para homens (Taunton *et al.*, 2003). Esse resultado pode advir do fato que o IMC não é uma medida adequada de gordura corporal. Assim, indivíduos com maior massa muscular e óssea e baixo percentual de gordura podem ter este fator de risco se convertendo em um fator protetivo. No entanto, o referido estudo não especifica detalhes que permita fazer tal inferência.

### **5.2.6 Tênis de corrida**

Correr com tênis inadequado pode afetar negativamente o alinhamento dos membros inferiores deixando os corredores mais suscetíveis às LRC (Johnston *et al.*, 2003). A idade do tênis de corrida contribuiu para o modelo de lesão, sendo que o uso de tênis novos (um a três meses de idade) foi associado com menor risco de lesão em mulheres (Taunton *et al.*, 2003).

Em estudo com corredores com vários tipos de pisada usando tênis para pisada neutra, corredores com o pé pronado tiveram menor número de lesões (6,33%) que os corredores com pé neutro (9,8%) e supinado (9,96%). Resultados que contradizem a crença aumento do número de lesões em corredores novatos com pé pronado utilizando tênis de pisada neutra. Porém a incidência de lesões para pés muito supinado (14,74%) e muito pronado (28,85%) foi alta (Nielsen *et al.*, 2014).

Nenhum tênis em particular teve vantagem “profilática” / na prevenção de lesões nos anos de 1983 e 1984 (Marti *et al.*, 1988). O tipo de tênis esportivo usado para corrida (com entressola com diferente absorção de impacto) não foi associado com LRC e os resultados do estudo não suportam o argumento comum da indústria de tênis de corridas que corredores com maior peso corporal deveriam utilizar tênis com características de maior absorção de impacto (Theisen *et al.*, 2014). Uma explicação sobre a qualidade de absorção do impacto do calçado não influenciar a incidência de LRC é que indivíduos provavelmente adaptam o estilo de corrida para evitar impacto excessivo, e essas adaptações cancelem as diferenças nas características de absorção de impacto dos tênis testados no estudo (Theisen *et al.*, 2014).

Corrida com tênis minimalistas parece aumentar a probabilidade de lesões e dor relacionada a corrida, comparado com tênis neutro. Particularmente com o tênis parcialmente minimalista (*Nike Free 3.0 V.2*) tendo o maior risco, com 3x mais chance comparado com o grupo que usou o tênis neutro (*Nike Pegasus*), e 5x mais chance comparado com o grupo que usou tênis completamente minimalista (*Vibram's 5-finger Bikila*), sendo que este foi relacionado com maior dor em pernas e panturrilha (Ryan *et al.*, 2014).

Ryan *et al.* (2011) concluíram que o método atual de prescrever tênis de corrida com base no tipo de pisada é simplista e potencialmente lesivo. Em seu estudo, corredores com pé pronada que correram com tênis com controle de movimento (tênis elaborado para corredores com pisada pronada) tiveram maior risco de lesão que aqueles que correram com tênis neutro.

### 5.2.7 Terreno de corrida

Corredores que correm na grama vivenciam maiores torções no tornozelo e corridas em superfícies duras (ex: asfalto) resultam em maior dor nos joelhos, porém resultados não significativos (Marti *et al.*, 1988). Macera encontrou que correr em paralelepípedos é um fator de risco entre corredores habituais (Macera *et al.*, 1989). Síndrome de dor patelofemural e síndrome do estresse tibial foram associados com treinamento em superfícies mais duras (Clement *et al.*, 1981).

Todavia, não houve influência do terreno de corrida com o número de lesões, o que pode ser devido à dificuldade de quantificar adequadamente o tempo e a intensidade de corrida em cada uma das superfícies (Taunton *et al.*, 2003).

A corrida sem calçados ou em superfícies mais duras podem gerar maior estresse no corpo e, portanto maior risco de lesão. Porém a associação desses fatores ainda não é clara.

### 5.2.8 Fatores hormonais

O uso de contraceptivos orais foi associado com decréscimo no risco de fratura por estresse. Enquanto menstruação irregular e/ou ausente foi associada com risco elevado (Hulme *et al.*, 2016).

### 5.2.9 Outros fatores

Participação em esportes sem carga axial (natação e ciclismo) antes do início do programa de treinamento de corrida foram preditivos significativos de LCR em comparação com outros esportes com carga axial (futebol, *hockey*, basquetebol e voleibol) em homens que iniciaram um programa de treinamento para corredores novatos (Buist *et al.*, 2010).

## 6 PREVENÇÃO DE LESÕES EM CORREDORES

Uma revisão sistemática Cochrane sobre prevenção de lesões em corredores mostrou três categorias de estratégias preventivas: 1) aquecimento, exercícios de alongamento e relaxamento; 2) uso de equipamentos externos como palmilhas de absorção de impacto; e 3) modificação da planilha de treinamento (Yeung e Yeung, 2001). Contudo, no referido estudo, tais intervenções não mostraram efeito

significativo na prevenção de LRC. Já em outro estudo de coorte, a realização de treinamento de força e alongamento foi identificado como um fator protetivo para os corredores (Hootman *et al.*, 2002).

A seguir, são apresentados diferentes programas de treinamento e de prevenção e os resultados obtidos em uma série de estudos.

### 6.1 PROGRAMAS DE PRÉ-CONDICIONAMENTO DE CORRIDA

Estudos randomizados controlados tem demonstrado que intervenções na prevenção de LRC que reduzem a distância semanal percorrida não reduziram o risco de LRC em corredores novatos (Van Mechelen *et al.*, 1993; Buist *et al.*, 2008). Em estudo onde 13 semanas de treinamento com aumento semanal gradual de 10% (GONORUN) foi comparado com o grupo controle de 8 semanas de treinamento (realizado com uma combinação de corrida e caminhada), o programa experimental não foi preventivo na prevenção de LRC. Sendo a incidência de LRC de 20,8% no grupo de treinamento gradual e 20,3% no grupo de treinamento controle (Buist *et al.*, 2008). Posteriormente o mesmo grupo realizou estudo randomizado sobre a influência de um programa de pré-condicionamento, onde o grupo experimental (PRECON) iniciou o treinamento incorporando caminhada e *hopping* com quatro semanas de antecedência do grupo controle, que fez um período de 9 semanas de treinamento de corrida. O programa de pré-condicionamento não influenciou a incidência de LRC em um grupo de corredores novatos (Bredeweg *et al.*, 2012).

### 6.2 PRÉ-CONDICIONAMENTO COM EXERCÍCIOS DE FORÇA EM OUTROS ESPORTES

A força muscular reduzida pode limitar a habilidade de controlar movimentos articulares levando a exagerada tensão nos tecidos conectivos e musculares, acarretando em lesões. Com base nisso, alguns estudos têm objetivado o fortalecimento muscular e das estruturas para a prevenção das lesões.

Alguns estudos com pré-condicionamento usaram um programa de intervenção de 6 semanas (Labella *et al.*, 2009) ou mais (Heidt *et al.*, 2000; Askling *et al.*, 2003; Durall *et al.*, 2009; Labella *et al.*, 2009). Todos os estudos encontraram um efeito protetivo do treinamento de força com relação à incidência de LCR.

Em um dos estudos, a pré-temporada de 6 semanas de treinamento de força (aquecimento, alongamento e exercícios pliométricos) para atletas adolescentes reduziu a ocorrência e a severidade das dores nos joelhos relacionadas ao esporte (Labella *et al.*, 2009). Em outro, o pré-condicionamento de 10 semanas de treinamento de força para os músculos do tronco melhorou o desempenho esportivo em ginastas e nenhum novo episódio de dor foi registrado durante a temporada (Durall *et al.*, 2009). O pré-condicionamento com jogadores de futebol de elite de 10 semanas de treinamento de força com ênfase em sobrecarga excêntrica utilizando o ergômetro “YoYo Flywheel” resultaram na diminuição significativa da ocorrência de lesões no grupo de treinamento (3/15) comparado ao grupo controle (10/15), além do aumento significativo na força e velocidade nos atletas do grupo de treinamento (Askling *et al.*, 2003). Em estudo com jogadoras de futebol, com 7 semanas de treinamento antes do início da temporada, a ocorrência de lesões foi significativamente menor no grupo treinado, sendo 14,3% comparado com 33,7% no grupo que não participou dessa pré-temporada (Heidt *et al.*, 2000).

### 6.3 EXERCÍCIOS DE ALONGAMENTO

Ao investigar a relação entre o alongamento e as lesões crônicas, a literatura apresenta leve discrepância. O alongamento pode ter qualidades que ajudarão a reduzir a probabilidade de lesões musculares e tendíneas, contudo estas podem não ser as lesões mais acometidas entre os corredores (Mchugh e Cosgrave, 2010). Como no estudo de Pope *et al.* (2000), onde somente 7,5% das lesões foram musculares.

Alguns estudos não encontraram evidências de que o alongamento sozinho gere benefícios na prevenção de lesões esportivas (Van Mechelen *et al.*, 1993; Pope *et al.*, 2000; Thacker *et al.*, 2004; Andersen, 2005; Lauersen *et al.*, 2014; Baltich *et al.*, 2016; Baxter *et al.*, 2017). Intervenções na prevenção de LRC que incluíram o aquecimento com alongamento na sessão de treinamento não reduziram o risco de LRC em corredores novatos (Van Mechelen *et al.*, 1993; Satterthwaite *et al.*, 1999; Buist *et al.*, 2008).

A literatura ainda sugere que exercícios de alongamento não ajudam no desempenho dos corredores e podem até diminuir a economia de corrida, reduzindo a estabilidade e a produção de força, diminuindo a eficiência mecânica (Wilson e

Flanagan, 2008). Outros reportaram que a realização de exercícios de alongamento aumenta o risco de lesão (Jacobs e Berson, 1986; Walter *et al.*, 1989).

Contudo uma revisão sistemática mais atual mostra que estratégias de aquecimento neuromuscular (incluindo exercícios de alongamento, força, equilíbrio e agilidade) podem reduzir a incidência de lesão em membros inferiores (Herman *et al.*, 2012).

Bonacci *et al.* (2009) enfatizam que embora o alongamento não tenha demonstrado habilidade em reduzir o risco de lesão em corredores de longa distância, ele pode ser uma importante ferramenta na manutenção e promoção da amplitude de movimento de quadril, joelho e tornozelo após o período de lesão. Apesar das limitações dos estudos, a realização prévia de exercícios de alongamento é benéfica na redução de tensão muscular (Mchugh e Cosgrave, 2010).

#### 6.4 TREINAMENTO DE FORÇA

O treinamento de força contribui para a melhora da biomecânica do movimento e da performance, melhorando a força, a potência e o equilíbrio, contribuindo com o aumento da estabilidade articular e postural além de prevenir lesões ligamentares em membros inferiores (Paterno *et al.*, 2004; Myer *et al.*, 2006). O treinamento de força combinado com exercícios de propriocepção ajuda a reduzir lesões ligamentares nos joelhos em atletas mulheres (Myer *et al.*, 2006) e adolescentes (Mandelbaum *et al.*, 2005).

Em estudo recente, o programa de treinamento de força (realizado 2x por semana durante 8 semanas) ofereceu um potencial estímulo para evitar a fadiga no terço final de uma corrida de 10km, resultando na melhora da performance (Damasceno *et al.*, 2015).

Aaltonen *et al.* (2007) apresentaram uma revisão sistemática sobre o efeito de intervenções na prevenção de lesões esportivas e concluíram que treinamento (exercícios de força e reabilitação) tem efeito benéfico na prevenção de lesões. Em uma revisão sistemática sobre programas de treinamento neuromuscular para a prevenção de lesões esportivas, verificou-se que estes programas são eficientes na redução de lesões em membros inferiores em 39%, lesões agudas de joelhos em 54% e tornozelos em 50% e que programas de equilíbrio podem reduzir lesões em

tornozelos em 36%, porém sem redução significativa no número total de lesões (Hübscher *et al.*, 2010).

Ao comparar o treinamento de força com outros métodos de treinamento, o treinamento de força apresentou uma tendência como melhor estratégia preventiva que treinamento que propriocepção e foi significativamente melhor que outros treinamentos combinados (mesmo aqueles que apresentaram um componente do treinamento de força), reduzindo em menos de um terço as lesões (Lauersen *et al.*, 2014).

Em uma revisão sistemática sobre treinamento neuromuscular e proprioceptivo, o treinamento combinado foi efetivo na redução do risco de lesão em membros inferiores, lesões agudas em joelhos, e entorses de tornozelos. O treinamento de equilíbrio sozinho resultou em uma redução significativa do risco de lesões de entorse de tornozelo, porém sem redução significativa no risco total de lesões (Hübscher *et al.*, 2010).

Em um ensaio clínico randomizado piloto, corredores novatos foram distribuídos aleatoriamente em um dos três grupos: treinamento de força (utilizando resistência elástica), treinamento funcional (utilizando o peso corporal) ou grupo controle de alongamento. Um total de 52 de 129 (40%) corredores tiveram pelo menos uma lesão: 16 no programa de treinamento de força, 21 no programa de treinamento funcional e 15 no grupo controle de alongamento, sendo que esse resultado não foi significativo entre os grupos. Embora esse tenha sido um estudo piloto, o treinamento de força realizado em casa sem a supervisão de um profissional não mostrou alterar a taxa de lesão comparado com o grupo controle. Porém o artigo não especificou quais exercícios esse grupo realizou com os elásticos e se o balizamento da carga foi proporcional à força do indivíduo (Baltich *et al.*, 2016).

Corredores que realizaram treinamento de força pelo menos duas vezes por semana tiveram significativa redução do risco de lesão em extremidades inferiores (38% para homens e 63% para mulheres) (Hootman *et al.*, 2002).

Além de prevenir as LRC, o treinamento de força é utilizado na recuperação de LRC. Para elucidar o papel do fortalecimento dos músculos do quadril e do quadríceps no tratamento de síndrome de dor patelofemural (SDPF), alguns protocolos de estudo foram realizados (Hott *et al.*, 2015) com base em estudos anteriores mostrando

resultados promissores para treinamento de força para musculatura isolada de quadril como um método de tratamento de SDPF (Khayambashi *et al.*, 2012; Khayambashi *et al.*, 2014).

Fredericson *et al.* (2000) documentaram uma tendência de corredores de distância que apresentam síndrome da banda iliotibial em ter fraqueza na abdução do quadril. O fortalecimento de glúteo médio aumenta o controle de adução da coxa e a tendência de rotação interna durante a corrida, portanto minimizando o vetor valgo do joelho (Ireland *et al.*, 2003).

Com protocolo de 6 semanas de exercícios com foco em fortalecimento de glúteo médio, mais de 90% dos pacientes ficaram sem dor e retornaram ao seu nível inicial (Fredericson *et al.*, 2000). Os resultados do estudo de Ireland *et al.* (2003) indicam que o fortalecimento de abdutores e rotadores externos de quadril podem ser benéficos para corredores com síndrome de dor patelofemural, melhorando a estabilidade no plano frontal e transversal de movimento durante a corrida e outras atividades esportivas.

## 7 CONCLUSÃO

A alta prevalência de lesões sugere que os custos sociais e médicos das LRC sejam substanciais, visto que muitas podem ser prevenidas reduzindo simplesmente o volume de treinamento de corrida e acrescentando o treinamento de força na rotina de treinos.

Com o treinamento de corrida, quanto maior o período de treinamento, maiores serão os benefícios para a saúde (Hespanhol Junior *et al.*, 2015). Estratégias de prevenção com foco no treinamento de força já vem sendo incentivadas há muito tempo (Clement *et al.*, 1981; Johnston *et al.*, 2003; Hauret *et al.*, 2015).

Profissionais de educação física e outros profissionais da saúde podem, com base nessas informações, motivar os indivíduos a praticar corrida de rua e, sabendo os fatores de risco e quais as possibilidades de prevenir as lesões por meio do treinamento de força, e elaborar estratégias para um melhor aproveitamento dos corredores.

Um treinamento planejado e progressivo utilizado em rotina pré-treinamento, combinado com outras modalidades de treinamento e/ou recuperação pode ser o caminho mais eficaz de melhorar a performance, ajudar na redução do risco de LRC e promover a recuperação durante o período de alto volume de treinamento. Estratégias como o *cross training* (mais de um tipo de treino em na mesma sessão de treinamento, como treino de força na mesma sessão que o treino de corrida) podem ser usadas para reduzir a distância semanal e a probabilidade de lesões. Porém mais estudos são necessários, uma vez que os resultados ainda não são conclusivos.

Muitas questões com relação a prevenção de lesões em corredores de rua com o treinamento de força ainda precisam ser respondidas. Futuros estudos precisam ser conduzidos com rigor metodológico a fim de resolver os resultados conflitantes acerca dos fatores de riscos e erros de treinamentos associados às LRC. Além disso, dada a escassez de estudos sobre o tema, novas pesquisas poderiam ser conduzidas para avaliar a eficácia do treinamento de força como fator protetivo de LRC em corredores.

## REFERÊNCIAS

AALTONEN, S. et al. Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. **Arch Intern Med**, v. 167, n. 15, p. 1585-92, 2007 Aug 13-27 2007. ISSN 0003-9926. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17698680> >.

ANDERSEN, J. C. Stretching before and after exercise: effect on muscle soreness and injury risk. **J Athl Train**, v. 40, n. 3, p. 218-20, 2005 Jul-Sep 2005. ISSN 1938-162X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16284645> >.

ASKLING, C.; KARLSSON, J.; THORSTENSSON, A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. **Scand J Med Sci Sports**, v. 13, n. 4, p. 244-50, Aug 2003. ISSN 0905-7188. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12859607> >.

BAHR, R. No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. **Br J Sports Med**, v. 43, n. 13, p. 966-72, Dec 2009. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19945978> >.

BALTICH, J. et al. Running injuries in novice runners enrolled in different training interventions: a pilot randomized controlled trial. **Scand J Med Sci Sports**, Aug 2016. ISSN 1600-0838. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27486011> >.

BAXTER, C. et al. Impact of stretching on the performance and injury risk of long-distance runners. **Res Sports Med**, v. 25, n. 1, p. 78-90, 2017 Jan-Mar 2017. ISSN 1543-8635. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27912252> >.

BONACCI, J. et al. Neuromuscular adaptations to training, injury and passive interventions: implications for running economy. **Sports Med**, v. 39, n. 11, p. 903-21, 2009. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19827859> >.

BOVENS, A. M. et al. Occurrence of running injuries in adults following a supervised training program. **Int J Sports Med**, v. 10 Suppl 3, p. S186-90, Oct 1989. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2599739> >.

BREDEWEG, S. W. et al. The effectiveness of a preconditioning programme on preventing running-related injuries in novice runners: a randomised controlled trial. **Br J Sports Med**, v. 46, n. 12, p. 865-70, Sep 2012. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22842237> >.

BUIST, I. et al. Predictors of running-related injuries in novice runners enrolled in a systematic training program: a prospective cohort study. **Am J Sports Med**, v. 38, n. 2, p. 273-80, Feb 2010. ISSN 1552-3365. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19966104> >.

\_\_\_\_\_. No effect of a graded training program on the number of running-related injuries in novice runners: a randomized controlled trial. **Am J Sports Med**, v. 36, n. 1, p. 33-9, Jan 2008. ISSN 1552-3365. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17940147> >.

CHANG, W. L.; SHIH, Y. F.; CHEN, W. Y. Running injuries and associated factors in participants of ING Taipei Marathon. **Phys Ther Sport**, v. 13, n. 3, p. 170-4, Aug 2012. ISSN 1873-1600. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22814451> >.

CHORLEY, J. N. et al. Baseline injury risk factors for runners starting a marathon training program. **Clin J Sport Med**, v. 12, n. 1, p. 18-23, Jan 2002. ISSN 1050-642X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11854584> >.

CLARSEN, B.; MYKLEBUST, G.; BAHR, R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. **Br J Sports Med**, v. 47, n. 8, p. 495-502, May 2013. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23038786> >.

CLEMENT, D. B. et al. A Survey of Overuse Running Injuries. **Phys Sportsmed**, v. 9, n. 5, p. 47-58, May 1981. ISSN 0091-3847. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27453020> >.

CSINTALAN, R. P. et al. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. **Clin Orthop Relat Res**, n. 402, p. 260-9, Sep 2002. ISSN 0009-921X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12218492> >.

DAMASCENO, M. V. et al. Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial. **Eur J Appl Physiol**, v. 115, n. 7, p. 1513-22, Jul 2015. ISSN 1439-6327. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25697149> >.

DE LOËS, M. Medical treatment and costs of sports-related injuries in a total population. **Int J Sports Med**, v. 11, n. 1, p. 66-72, Feb 1990. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2318566> >.

DURALL, C. J. et al. The effects of preseason trunk muscle training on low-back pain occurrence in women collegiate gymnasts. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 1, p. 86-92, Jan 2009. ISSN 1533-4287. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19057402> >.

FERBER, R.; DAVIS, I. M.; WILLIAMS, D. S. Gender differences in lower extremity mechanics during running. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 18, n. 4, p. 350-7, May 2003. ISSN 0268-0033. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12689785> >.

FINCH, C. F.; COOK, J. Categorising sports injuries in epidemiological studies: the subsequent injury categorisation (SIC) model to address multiple, recurrent and exacerbation of injuries. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 17, p. 1276-80, Sep 2014. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23501833> >.

FREDERICSON, M. et al. Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. **Clin J Sport Med**, v. 10, n. 3, p. 169-75, Jul 2000. ISSN 1050-642X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10959926> >.

FULKERSON, J. P. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. **Am J Sports Med**, v. 30, n. 3, p. 447-56, 2002 May-Jun 2002. ISSN 0363-5465. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12016090> >.

HAMILTON, G. M. et al. Subsequent injury definition, classification, and consequence. **Clin J Sport Med**, v. 21, n. 6, p. 508-14, Nov 2011. ISSN 1536-3724. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21959796> >.

HAURET, K. G. et al. Epidemiology of Exercise- and Sports-Related Injuries in a Population of Young, Physically Active Adults: A Survey of Military Servicemembers. **Am J Sports Med**, v. 43, n. 11, p. 2645-53, Nov 2015. ISSN 1552-3365. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26378031> >.

HEIDT, R. S. et al. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. **Am J Sports Med**, v. 28, n. 5, p. 659-62, 2000 Sep-Oct 2000. ISSN 0363-5465. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11032220> >.

HERMAN, K. et al. The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. **BMC Med**, v. 10, p. 75, Jul 2012. ISSN 1741-7015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22812375> >.

HESPANHOL JUNIOR, L. C. et al. Measuring sports injuries on the pitch: a guide to use in practice. **Braz J Phys Ther**, v. 19, n. 5, p. 369-80, 2015 Sep-Oct 2015a. ISSN 1809-9246. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26537807> >.

\_\_\_\_\_. Measuring sports injuries on the pitch: a guide to use in practice. **Braz J Phys Ther**, p. 0, Sep 2015b. ISSN 1809-9246. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26331741> >.

HESPANHOL JUNIOR, L. C.; PENA COSTA, L. O.; LOPES, A. D. Previous injuries and some training characteristics predict running-related injuries in recreational runners: a prospective cohort study. **J Physiother**, v. 59, n. 4, p. 263-9, Dec 2013. ISSN 1836-9553. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24287220> >.

HESPANHOL JUNIOR, L. C. et al. Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. **Sports Med**, v. 45, n. 10, p. 1455-68, Oct 2015. ISSN 1179-2035. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26178328> >.

HIRSCHMÜLLER, A. et al. Prognostic value of Achilles tendon Doppler sonography in asymptomatic runners. **Med Sci Sports Exerc**, v. 44, n. 2, p. 199-205, Feb 2012. ISSN 1530-0315. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21720278> >.

HOOTMAN, J. M. et al. Epidemiology of musculoskeletal injuries among sedentary and physically active adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 5, p. 838-44, May 2002. ISSN 0195-9131. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11984303> >.

\_\_\_\_\_. Predictors of lower extremity injury among recreationally active adults. **Clin J Sport Med**, v. 12, n. 2, p. 99-106, Mar 2002. ISSN 1050-642X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11953556> >.

HOTT, A. et al. Study protocol: a randomised controlled trial comparing the long term effects of isolated hip strengthening, quadriceps-based training and free physical activity for patellofemoral pain syndrome (anterior knee pain). **BMC Musculoskelet Disord**, v. 16, p. 40, Feb 2015. ISSN 1471-2474. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25879452> >.

HULME, A. et al. Risk and Protective Factors for Middle- and Long-Distance Running-Related Injury. **Sports Med**, Oct 2016. ISSN 1179-2035. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27785775> >.

HÜBSCHER, M. et al. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 3, p. 413-21, Mar 2010. ISSN 1530-0315. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19952811> >.

IRELAND, M. L. et al. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 33, n. 11, p. 671-6, Nov 2003. ISSN 0190-6011. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14669962> >.

JACOBS, S. J.; BERSON, B. L. Injuries to runners: a study of entrants to a 10,000 meter race. **Am J Sports Med**, v. 14, n. 2, p. 151-5, 1986 Mar-Apr 1986. ISSN 0363-5465. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3717487> >.

JOHNSTON, C. A. et al. Preventing running injuries. Practical approach for family doctors. **Can Fam Physician**, v. 49, p. 1101-9, Sep 2003. ISSN 0008-350X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14526862> >.

KELSEY, J. L. et al. Risk factors for stress fracture among young female cross-country runners. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 9, p. 1457-63, Sep 2007. ISSN 0195-9131. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17805074> >.

KHAYAMBASHI, K. et al. Posterolateral hip muscle strengthening versus quadriceps strengthening for patellofemoral pain: a comparative control trial. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 95, n. 5, p. 900-7, May 2014. ISSN 1532-821X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24440362> >.

\_\_\_\_\_. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 42, n. 1, p. 22-9, Jan 2012. ISSN 1938-1344. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22027216> >.

KJAER, M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. **Physiol Rev**, v. 84, n. 2, p. 649-98, Apr 2004. ISSN 0031-9333. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15044685> >.

\_\_\_\_\_. The secrets of matrix mechanical loading. **Scand J Med Sci Sports**, v. 19, n. 4, p. 455-6, Aug 2009. ISSN 1600-0838. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19708965> >.

KLUITENBERG, B. et al. The NLstart2run study: Training-related factors associated with running-related injuries in novice runners. **J Sci Med Sport**, v. 19, n. 8, p. 642-6, Aug 2016. ISSN 1878-1861. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26452583> >.

\_\_\_\_\_. What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 45, n. 8, p. 1143-61, Aug 2015. ISSN 1179-2035. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25851584> >.

KOPLAN, J. P.; ROTHENBERG, R. B.; JONES, E. L. The natural history of exercise: a 10-yr follow-up of a cohort of runners. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 8, p. 1180-4, Aug 1995. ISSN 0195-9131. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7476063> >.

LABELLA, C. R. et al. Preseason neuromuscular exercise program reduces sports-related knee pain in female adolescent athletes. **Clin Pediatr (Phila)**, v. 48, n. 3, p. 327-30, Apr 2009. ISSN 0009-9228. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18832542> >.

LAUERSEN, J. B.; BERTELSEN, D. M.; ANDERSEN, L. B. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 11, p. 871-7, Jun 2014. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24100287> >.

LUN, V. et al. Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. **Br J Sports Med**, v. 38, n. 5, p. 576-80, Oct 2004. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15388542> >.

LYSHOLM, J.; WIKLANDER, J. Injuries in runners. **Am J Sports Med**, v. 15, n. 2, p. 168-71, 1987 Mar-Apr 1987. ISSN 0363-5465. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3578639> >.

MACERA, C. A. Lower extremity injuries in runners. Advances in prediction. **Sports Med**, v. 13, n. 1, p. 50-7, Jan 1992. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1553455> >.

MACERA, C. A. et al. Predicting lower-extremity injuries among habitual runners. **Arch Intern Med**, v. 149, n. 11, p. 2565-8, Nov 1989. ISSN 0003-9926. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2818115> >.

MALINZAK, R. A. et al. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 16, n. 5, p. 438-45, Jun 2001. ISSN 0268-0033. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11390052> >.

MALISOUX, L. et al. Can parallel use of different running shoes decrease running-related injury risk? **Scand J Med Sci Sports**, v. 25, n. 1, p. 110-5, Feb 2015. ISSN 1600-0838. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24286345> >.

MANDELBAUM, B. R. et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. **Am J Sports Med**, v. 33, n. 7, p. 1003-10, Jul 2005. ISSN 0363-5465. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15888716> >.

MARQUES, M. C. et al. Strength training and detraining in different populations: case studies. **J Hum Kinet**, v. 29A, p. 7-14, Sep 2011. ISSN 1640-5544. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23487418> >.

MARTI, B. Health effects of recreational running in women. Some epidemiological and preventive aspects. **Sports Med**, v. 11, n. 1, p. 20-51, Jan 1991. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2011682> >.

MARTI, B. et al. On the epidemiology of running injuries. The 1984 Bern Grand-Prix study. **Am J Sports Med**, v. 16, n. 3, p. 285-94, 1988 May-Jun 1988. ISSN 0363-5465. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3381988> >.

MCHUGH, M. P.; COSGRAVE, C. H. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20, n. 2, p. 169-81, Apr 2010. ISSN 1600-0838. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20030776> >.

MIZUNO, Y. et al. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. **J Orthop Res**, v. 19, n. 5, p. 834-40, Sep 2001. ISSN 0736-0266. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11562129> >.

MYER, G. D. et al. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 2, p. 345-53, May 2006. ISSN 1064-8011. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16686562> >.

NIELSEN, R. et al. Excessive progression in weekly running distance and risk of running-related injuries: an association which varies according to type of injury. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 44, n. 10, p. 739-47, Oct 2014. ISSN 1938-1344. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25155475> >.

NIELSEN, R. O. et al. Foot pronation is not associated with increased injury risk in novice runners wearing a neutral shoe: a 1-year prospective cohort study. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 6, p. 440-7, Mar 2014. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23766439> >.

\_\_\_\_\_. Training errors and running related injuries: a systematic review. **Int J Sports Phys Ther**, v. 7, n. 1, p. 58-75, Feb 2012. ISSN 2159-2896. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22389869> >.

\_\_\_\_\_. A prospective study on time to recovery in 254 injured novice runners. **PLoS One**, v. 9, n. 6, p. e99877, 2014. ISSN 1932-6203. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24923269> >.

OOMS, L.; VEENHOF, C.; DE BAKKER, D. H. Effectiveness of Start to Run, a 6-week training program for novice runners, on increasing health-enhancing physical activity: a controlled study. **BMC Public Health**, v. 13, p. 697, Jul 2013. ISSN 1471-2458. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23898920> >.

PATERNO, M. V. et al. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 34, n. 6, p. 305-16, Jun 2004. ISSN 0190-6011. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15233392> >.

PHINYOMARK, A. et al. Gender and age-related differences in bilateral lower extremity mechanics during treadmill running. **PLoS One**, v. 9, n. 8, p. e105246, 2014. ISSN 1932-6203. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25137240> >.

POPE, R. P. et al. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 2, p. 271-7, Feb 2000. ISSN 0195-9131. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10694106> >.

RASMUSSEN, C. H. et al. Weekly running volume and risk of running-related injuries among marathon runners. **Int J Sports Phys Ther**, v. 8, n. 2, p. 111-20, Apr 2013. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23593549> >.

ROLF, C. Overuse injuries of the lower extremity in runners. **Scand J Med Sci Sports**, v. 5, n. 4, p. 181-90, Aug 1995. ISSN 0905-7188. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7552763> >.

RYAN, M. et al. Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 16, p. 1257-62, Aug 2014. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24357642> >.

RYAN, M. B. et al. The effect of three different levels of footwear stability on pain outcomes in women runners: a randomised control trial. **Br J Sports Med**, v. 45, n. 9, p. 715-21, Jul 2011. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20584759> >.

SATTERTHWAITE, P. et al. Risk factors for injuries and other health problems sustained in a marathon. **Br J Sports Med**, v. 33, n. 1, p. 22-6, Feb 1999. ISSN 0306-3674. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10027053> >.

TAUNTON, J. E. et al. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. **Br J Sports Med**, v. 36, n. 2, p. 95-101, Apr 2002. ISSN 0306-3674. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11916889> >.

\_\_\_\_\_. A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run "In Training" clinics. **Br J Sports Med**, v. 37, n. 3, p. 239-44, Jun 2003. ISSN 0306-3674. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12782549> >.

THACKER, S. B. et al. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 3, p. 371-8, Mar 2004. ISSN 0195-9131. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15076777> >.

THEISEN, D. et al. Influence of midsole hardness of standard cushioned shoes on running-related injury risk. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 5, p. 371-6, Mar 2014. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24043665> >.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

VAN GENT, R. N. et al. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. **Br J Sports Med**, v. 41, n. 8, p. 469-80; discussion 480, Aug 2007. ISSN 1473-0480. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17473005> >.

VAN MECHELEN, W. Can running injuries be effectively prevented? **Sports Med**, v. 19, n. 3, p. 161-5, Mar 1995. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7784755> >.

VAN MECHELEN, W.; HLOBIL, H.; KEMPER, H. C. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. **Sports Med**, v. 14, n. 2, p. 82-99, Aug 1992. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1509229> >.

VAN MECHELEN, W. et al. Prevention of running injuries by warm-up, cool-down, and stretching exercises. **Am J Sports Med**, v. 21, n. 5, p. 711-9, 1993 Sep-Oct 1993. ISSN 0363-5465. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8238713> >.

VAN MIDDELKOOP, M. et al. Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. **Scand J Med Sci Sports**, v. 18, n. 6, p. 691-7, Dec 2008. ISSN 1600-0838. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18266787> >.

VAN POPPEL, D. et al. Prevalence, incidence and course of lower extremity injuries in runners during a 12-month follow-up period. **Scand J Med Sci Sports**, v. 24, n. 6, p. 943-9, Dec 2014. ISSN 1600-0838. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23957385> >.

VIDEBÆK, S. et al. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 45, n. 7, p. 1017-26, Jul 2015. ISSN 1179-2035. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25951917> >.

WALTER, S. D. et al. The Ontario cohort study of running-related injuries. **Arch Intern Med**, v. 149, n. 11, p. 2561-4, Nov 1989. ISSN 0003-9926. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2818114> >.

WILSON, J. M.; FLANAGAN, E. P. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 5, p. 1705-15, Sep 2008. ISSN 1533-4287. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18714212> >.

YAMATO, T. P.; SARAGIOTTO, B. T.; LOPES, A. D. A consensus definition of running-related injury in recreational runners: a modified Delphi approach. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 45, n. 5, p. 375-80, May 2015. ISSN 1938-1344. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25808527> >.

YEUNG, E. W.; YEUNG, S. S. A systematic review of interventions to prevent lower limb soft tissue running injuries. **Br J Sports Med**, v. 35, n. 6, p. 383-9, Dec 2001. ISSN 0306-3674. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11726471> >.